

540 126  
Rec'd PCT/PTO 20 JUN 2005

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



10/540126

(43) Date de la publication internationale  
15 juillet 2004 (15.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/059769 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H01M 8/06,  
8/04, 16/00, B60L 11/18

rue des Lilas, F-92500 Rueil Malmaison (FR). KERETLI,  
Fahri [FR/FR]; 8, rue Mme de Sévigné, F-78320 Le Mesnil St-Denis (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/003848

(74) Mandataire : DALEM, Carine; Renault Technocentre,  
Sce 0267 TCR GRA 1 55, 1, avenue du Golf, F-78288  
Guyancourt (FR).

(22) Date de dépôt international :

19 décembre 2003 (19.12.2003)

(81) États désignés (national) : CA, JP, KR, US.

(25) Langue de dépôt :

français

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Langue de publication :

français

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale  
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont re-  
çues

(30) Données relatives à la priorité :

02/16600 24 décembre 2002 (24.12.2002) FR

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.

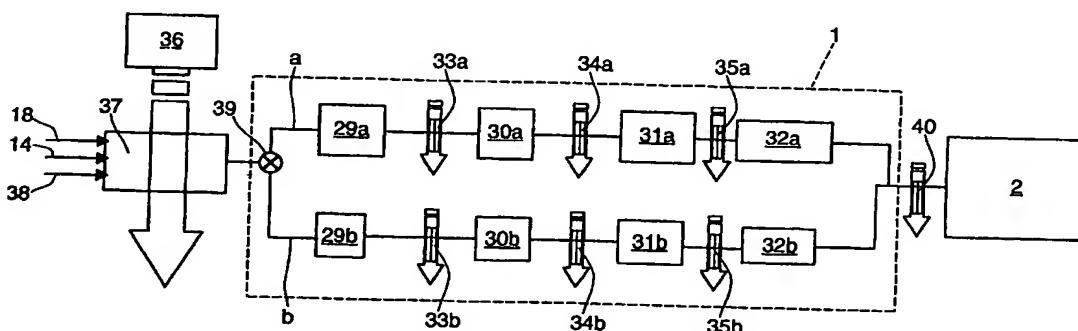
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : RE-  
NAULT s.a.s. [FR/FR]; 13-15, quai Alphonse Le Gallo,  
F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BOUDJE-  
MAA, Fabien [FR/FR]; 2, rue de l'appel du 18 juin 1940,  
F-92800 Puteaux (FR). DEWAELE, Gilles [FR/FR]; 36,

(54) Title: SYSTEM FOR REFORMATION OF FUEL FOR SUPPLY TO A FUEL CELL ON A MOTOR VEHICLE AND  
METHOD FOR OPERATION THEREOF

(54) Titre : SYSTEME DE REFORMATAGE DE CARBURANT POUR L'ALIMENTATION D'UNE PILE A COMBUSTIBLE  
DE VEHICULE AUTOMOBILE ET PROCEDE DE MISE EN OEUVRE



(57) Abstract: The invention relates to a system (1) for the reformation of fuel for the supply of hydrogen to a fuel cell (2), in particular for a motor vehicle of the type comprising a reformer device (29), a hydrogen enrichment device (33, 34) for the reformatte produced by the reformer and a purification device (32) for the reformatte by means of reaction with carbon monoxide. The above is characterized in comprising at least two separate paths (a, b) each comprising at least one of the above devices and a control means (39) for the selection of one path or all the paths at the same time.

(57) Abrégé : Système de reformage (1) de carburant pour l'alimentation en hydrogène d'une pile à combustible (2), en particulier destiné à un véhicule automobile, du type comprenant un dispositif reformeur (29), un dispositif d'enrichissement en hydrogène (33, 34) du reformatte issu du reformeur, et un dispositif de purification (32) du reformatte par réaction du monoxyde de carbone, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins deux voies séparées (a, b) comportant chacune au moins un des dispositifs précités et un moyen de commande (39) pour choisir l'une des voies ou toutes les voies à la fois.

WO 2004/059769 A1

**Système de reformage de carburant pour l'alimentation d'une pile à combustible de véhicule automobile et procédé de mise en œuvre.**

5        La présente invention concerne l'alimentation en hydrogène d'une pile à combustible, en particulier destinée à un véhicule automobile muni d'un moteur électrique de traction, la pile à combustible étant alimentée en hydrogène obtenu par reformage d'un carburant hydrocarboné.

10      La pile à combustible constitue un générateur électrochimique alimenté à la fois en hydrogène et en oxygène contenu dans l'air. Une telle pile à combustible peut être utilisée pour alimenter une chaîne de traction électrique dans un véhicule automobile. On peut ainsi obtenir un fonctionnement comparable à celui d'un véhicule conventionnel muni d'un moteur thermique alimenté en carburant tout en réduisant 15 considérablement les émissions de dioxyde de carbone et de gaz polluants.

20      L'utilisation d'un carburant hydrocarboné pour la production de l'hydrogène nécessaire à l'alimentation de la pile à combustible, nécessite l'implantation dans le véhicule d'un système de reformage capable d'extraire l'hydrogène du carburant qui peut être de l'essence, du méthanol ou tout autre carburant hydrocarboné.

25      D'une manière générale, un système de reformage comprend essentiellement trois composants principaux.

30      Le système de reformage comprend tout d'abord un dispositif de reformage ou reformeur proprement dit qui produit, à partir du carburant primaire, par un processus de reformage catalytique, un mélange gazeux riche en hydrogène. On connaît différents types de reformeurs. Dans la présente description, on évoquera essentiellement les reformeurs thermiquement autosuffisants en régime continu, généralement appelés ATR (Auto Thermal Reformer). On comprendra,

bien entendu, que l'invention pourrait s'appliquer dans les mêmes conditions à des reformeurs d'une technologie différente.

Le système de reformage comprend en outre un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du dispositif reformeur, par une réaction faisant intervenir la vapeur d'eau à température élevée. En pratique, ce dispositif d'enrichissement est souvent constitué de deux parties, l'une à haute température (HTS), l'autre à température moins importante (LTS).

Enfin, le système reformeur comprend également un dispositif de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone, de façon à éliminer ce gaz du mélange gazeux riche en hydrogène issu du dispositif reformeur, avant l'alimentation dans la pile à combustible.

Ces trois dispositifs doivent être portés à leur température optimale de fonctionnement pour être pleinement opérationnels. Par exemple, dans le cas d'un reformage d'essence, les températures optimales sont de l'ordre de 800°C pour le reformeur du type ATR, de 400°C pour le dispositif d'enrichissement en hydrogène, et de 150°C pour le dispositif de purification en monoxyde de carbone.

Pour atteindre ces températures, on utilise généralement un brûleur intégré au système de reformage et alimenté en carburant. L'inertie thermique relativement importante des composants du système de reformage nécessite la combustion d'une certaine quantité de carburant, entraînant une augmentation de consommation. Si cette augmentation de consommation peut être considérée comme faible dans le cas de trajets longs à haute vitesse du véhicule, il n'en n'est pas de même dans le cas de trajets courts et à faible vitesse impliquant plusieurs démarriages à froid dans une période de temps limitée. C'est le cas en particulier lors d'un usage urbain d'un véhicule équipé d'une pile à combustible.

La demande de brevet WO 0031816 décrit un reformeur miniaturisé pour véhicule automobile regroupant en un seul réacteur les étapes de reformage et de purification. La possibilité de prévoir plusieurs modules connectés en série ou en parallèle est évoquée dans 5 ce document, sans toutefois qu'un avantage en terme de consommation et de conduite du véhicule soit mentionné.

La présente invention a donc pour objet un système d'alimentation en hydrogène d'une pile à combustible de véhicule automobile par reformage de carburant qui permet une économie de 10 consommation en carburant, en particulier dans le cas de parcours urbains à faible vitesse.

L'invention a également pour objet un tel système, permettant d'offrir au conducteur d'une manière simple une possibilité de variation de la puissance disponible.

15 Le système de reformage de carburant selon l'invention, pour l'alimentation en hydrogène d'une pile à combustible, en particulier destiné à un véhicule automobile, comprend un dispositif reformeur, un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur, et un dispositif de purification du reformat par réaction du 20 monoxyde de carbone. Au moins deux voies séparées sont prévues, chacune comportant au moins un des dispositifs précités et un moyen de commande pour choisir l'une des voies ou toutes les voies à la fois.

De cette manière, le conducteur du véhicule peut facilement choisir la puissance adaptée à chaque situation de conduite.

25 Dans un mode de réalisation, chacune des voies séparées comporte un dispositif reformeur, un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur, et un dispositif de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone. Les deux voies montées en parallèle, dupliquent ainsi chaque dispositif.

Dans un autre mode de réalisation, chacune des voies séparées comporte un dispositif reformeur, les voies séparées se rejoignant en une voie unique comportant un dispositif commun d'enrichissement en hydrogène du reformat issu des reformeurs des différentes voies, et un dispositif commun de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone.

Dans un autre mode réalisation, chacune des voies séparées comporte un dispositif reformeur, un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur, les voies séparées se rejoignant en une voie unique comportant un dispositif commun de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone.

En variante, chacune des voies séparées peut comporter un dispositif reformeur et une partie à haute température d'un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur, les voies séparées se rejoignant en une voie unique comportant une partie commune à température moins élevée du dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur et un dispositif commun de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone.

De préférence, chacune des voies séparées est adaptée pour fournir un débit d'hydrogène différent correspondant à une puissance différente de la pile à combustible. Le conducteur peut alors facilement choisir la voie qui correspond à la puissance désirée.

Avantageusement, le moyen de commande est également adapté pour commander le débit de carburant alimentant le système, en fonction de la ou des voies choisies.

Le procédé d'alimentation en hydrogène d'une pile à combustible de véhicule automobile selon l'invention utilise un processus de reformage de carburant avec enrichissement en hydrogène du reformat et purification du reformat par réaction du monoxyde de

carbone. On commande en outre le débit d'hydrogène alimentant la pile à combustible, en fonction de la puissance désirée, en utilisant une ou plusieurs voies individuelles de reformage.

5 L'invention sera mieux comprise à l'étude de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs, et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 montre les principaux éléments d'une chaîne de traction d'un véhicule automobile, comportant un système de reformage de carburant et une pile à combustible ;

10 - la figure 2 montre un premier mode de réalisation d'un système de reformage selon l'invention, à deux voies complètes distinctes ;

15 - la figure 3 illustre un deuxième mode de réalisation d'un système de reformage selon l'invention, avec deux voies partielles se rejoignant en une voie unique ;

- la figure 4 illustre un troisième mode de réalisation d'un système de reformage selon l'invention, avec deux voies partielles se rejoignant en une voie unique ; et

20 - la figure 5 illustre une variante du mode de réalisation de la figure 4.

Tel qu'illustré sur la figure 1, un système de reformage 1 alimente en hydrogène une pile à combustible 2 par la canalisation 3. Le courant électrique produit par la pile à combustible 2 est amené à un convertisseur 4 relié à la pile à combustible 2 par la connexion électrique 5. Une connexion électrique 6 relie le convertisseur 4 à la batterie de puissance 7 qui équipe le véhicule. Le courant électrique issu du convertisseur 4 est amené par la connexion électrique 8 au moteur électrique 9 du véhicule, connecté par l'arbre 10 à la transmission et aux roues du véhicule schématisées par le bloc 11.

Un réservoir de carburant 12 est équipé d'une pompe 13 capable d'amener du carburant par la canalisation 14 au système de reformage 1.

5 L'air est amené par la canalisation 15 à un compresseur 16 avant d'être conduit par les canalisations 17 et 18, respectivement dans la pile à combustible 2 et dans le système de reformage 1.

10 Une unité de commande électronique 19 est capable d'envoyer des signaux de commande à la pompe à carburant 13 par la connexion 20 et au système de reformage 1 par la connexion 21, de façon à commander celui-ci, comme on le verra plus loin.

15 Un dispositif indicateur de puissance 22 reçoit par la connexion 23 un signal de l'unité de commande électronique 19, de façon à avertir le conducteur de la puissance disponible pour le moteur de traction.

20 15 On a également fait figurer sur la figure 1 un bouton de sélection de mode 24 relié par la connexion 25 à l'unité de commande électronique 19, et un dispositif contacteur antivol 26, également relié par la connexion 27 à l'unité de commande électronique. On comprendra, bien entendu, que d'autres moyens pourraient être prévus, les moyens décrits ne l'étant qu'à titre d'exemple.

25 En fonctionnement, lorsque l'unité de commande électronique a reçu un signal du contacteur antivol 26 et du bouton de sélection de mode 24, l'unité de commande est à même de piloter la pompe 13 pour alimenter le système de reformage 1. Celui-ci, convenablement chauffé par des moyens qui ne sont pas représentés sur la figure 1, et alimenté ~~en~~ air comprimé par le compresseur 16, produit un reformat riche en hydrogène, convenablement purifié, comme on le verra plus loin, de façon à alimenter la pile à combustible 2. Une partie excédentaire de l'hydrogène revient dans le système de reformage 1 par la conduite 28.

Le véhicule équipé de ces différents moyens doit être capable, comme c'est le cas pour un véhicule muni d'un moteur thermique, de s'adapter aussi bien à un usage urbain où la puissance moyenne consommée par la chaîne de traction est faible, qu'à un usage routier ou autoroutier où la puissance moyenne consommée est au contraire élevée.

La présente invention a pour objet de permettre ces deux types d'utilisation en réduisant la consommation, de façon à assurer un fonctionnement comparable à celui d'un véhicule conventionnel mais avec les avantages qui s'attachent à la traction électrique.

La solution proposée, selon la présente invention, consiste à planter dans le système de reformage au moins deux voies séparées, qui peuvent être choisies individuellement ou ensemble, par le conducteur, selon la puissance désirée.

La figure 2 illustre un premier mode de réalisation de l'invention, dans lequel le système de reformage 1 comprend deux voies, chacune comportant les mêmes composants. Les deux voies, a et b, sont placées en parallèle. Chacune d'entre elles comporte un dispositif reformeur 29a, 29b, un dispositif d'enrichissement en hydrogène à haute température 30a, 30b, un deuxième dispositif d'enrichissement en hydrogène à température moins élevée 31a, 31b, et un dispositif de purification 32a, 32b, à réaction du monoxyde de carbone dans le reformat produit. La température de fonctionnement optimale de chacun de ces dispositifs est assurée par des échangeurs de chaleur référencés 33a, 33b, 34a, 34b, 35a, 35b.

Un brûleur 36 produit une énergie calorifique qui est amenée à un échangeur de chaleur 37 recevant de l'air provenant de la canalisation 18. L'air chaud sortant de l'échangeur 37 traverse les réacteurs 29, 30, 31 et 32, permettant ainsi de les chauffer. Les gaz de

combustion issus du brûleur 36 traversent également les différents échangeurs de chaleur 33, 34 et 35, après avoir traversé l'échangeur de chaleur 37. Le double apport de chaleur diminue le temps de chauffage de l'installation. Dans une seconde étape, l'échangeur 37 est utilisé pour vaporiser le carburant amené par la canalisation 14 et l'eau amenée par la canalisation 38. Le carburant et l'eau vaporisés dans l'échangeur de chaleur 37 peuvent être amenés dans l'une ou l'autre des voies a, b, ou dans les deux voies simultanément, selon la position d'une vanne 39 pilotée par un signal provenant de l'unité de commande électronique 19, visible sur la figure 1.

Les deux voies a et b se rejoignent à l'entrée de la pile à combustible 2, le mélange gazeux riche en hydrogène étant amené à la température appropriée par passage dans un échangeur de chaleur 40.

Dans un tel mode de réalisation utilisant deux voies dupliquées, on choisira les différents composants des dispositifs de l'une des voies, par exemple la voie a, de façon à fournir une puissance, par exemple de l'ordre de 60 kW, tandis que l'on choisira les composants des dispositifs de la voie b, de façon à fournir une puissance inférieure, par exemple de l'ordre de 20 kW.

Lors du démarrage du véhicule, le conducteur dispose alors d'un choix entre deux modes de fonctionnement :

Selon un premier mode de fonctionnement, le conducteur peut privilégier la consommation, en ne mettant alors en action au démarrage que la voie b d'une puissance inférieure, de l'ordre de 20 kW. La quantité de carburant consommé pour la mise en température du système de reformage est alors réduite.

Selon un deuxième mode de fonctionnement, le conducteur peut privilégier les performances du véhicule, en mettant alors en action les deux voies a et b, simultanément, dès le démarrage du véhicule. Cela

nécessite cependant de chauffer tous les dispositifs des deux voies a et b, simultanément, ce qui entraîne un augmentation notable de la consommation du véhicule. Toutefois, le conducteur dispose alors, dès la fin de la mise en température, de la totalité de la puissance installée dans le véhicule.

Il est également possible au conducteur de sélectionner un mode de fonctionnement particulier, lors du roulage du véhicule.

L'interface permettant au conducteur le choix des modes de fonctionnement, peut être, comme dans l'exemple illustré, un simple bouton de sélection de mode, référencé 24 sur la figure 1.

On notera que l'indicateur de puissance 22, piloté par l'unité de commande électronique 19, signale au conducteur les voies qui sont opérationnelles, afin que le conducteur puisse adapter sa conduite à la puissance disponible.

La logique de fonctionnement de ce mode de réalisation est la suivante :

L'unité de commande électronique scrute en permanence la position du contacteur antivol 26 ou du bouton de démarrage du groupe motopropulseur. Dès que le contacteur antivol 26 ou le bouton de démarrage prend la position « démarrage », l'unité de commande électronique teste la position du bouton de sélection de mode 24.

Si le mode « faible consommation » est sélectionné, l'unité de commande électronique active le brûleur 36 et adapte le débit de carburant en agissant sur la pompe 13 pour alimenter le brûleur 36 afin de chauffer la voie b du système de reformage, c'est-à-dire la voie de plus petite puissance.

Si, au contraire, le mode « performance » est sélectionné par le conducteur, l'unité de commande électronique active le brûleur et

adapte le débit de carburant alimentant le brûleur 36, de façon à permettre le chauffage des deux voies a et b.

Dans les deux cas, l'alimentation de la pile à combustible est possible dès que la température de fonctionnement des réacteurs est atteinte. Dès ce moment, l'unité de commande électronique assure la génération de puissance électrique par la pile à combustible en fonction de la demande du conducteur, par exemple en fonction de la position de l'accélérateur. La puissance électrique totale disponible dépend, en plus du mode sélectionné par le conducteur, de la gestion d'énergie adoptée pour le véhicule qui peut être programmée dans l'unité de commande électronique.

Dans le mode de fonctionnement à faible consommation, seule la voie b du système de reformage produit de l'hydrogène qui alimente la pile à combustible 2. La puissance fournie par la batterie est additionnée à la puissance générée par la pile à combustible 2, à condition que la vitesse du véhicule ne dépasse pas la vitesse qui peut être atteinte avec la puissance fournie uniquement par la pile 2 alimentée en hydrogène par la voie b, cette vitesse étant inférieure à la vitesse maximum du véhicule qui peut être atteinte quand la pile est alimentée en  $H_2$  par les deux voies a et b. Une telle gestion d'énergie permet de disposer, pour les accélérations, de la puissance de la batterie en plus de la puissance de la pile alimentée en hydrogène uniquement par l'une des voies. On ne fait pas appel en continu à la puissance fournie par la batterie, étant donné que la vitesse du véhicule est limitée à celle qu'on peut atteindre avec la production  ~~$H_2$~~  de la seule voie b. Cela évite de décharger la batterie par une demande continue de puissance. Grâce à la batterie, les accélérations du véhicule ne sont pas affectées par le fait que seule la voie b du reformeur est en fonctionnement.

Dans le mode de fonctionnement privilégiant la performance, les deux voies du système de reformage produisent de l'hydrogène qui alimente la pile à combustible 2. La puissance fournie par la batterie 7 est également ajoutée à la puissance générée par la pile à combustible 2, à condition que la puissance totale ainsi obtenue ne dépasse pas la puissance maximale du système de pile à combustible 2. Une telle gestion d'énergie permet de disposer de la puissance de la batterie pour compenser le temps de réponse du système de pile à combustible lors d'une augmentation de la puissance demandée par la chaîne de traction. Cela permet d'obtenir d'excellentes accélérations sans entraîner un risque de dégradation des performances du véhicule par décharge de la batterie, puisque la puissance maximale fournie au moteur électrique ne dépasse pas la puissance maximale du système de pile à combustible.

Si le conducteur passe du mode de faible consommation au mode privilégiant la performance durant le roulage du véhicule, l'unité de commande électronique est alors capable d'activer le brûleur 36 et d'adapter le débit de carburant en agissant sur la pompe 13, de façon à alimenter le brûleur pour chauffer la deuxième voie a du système de reformage, alors que la première voie b est déjà à la température optimale de fonctionnement.

L'indicateur de puissance 22 informe le conducteur de la puissance disponible. Au démarrage du véhicule, l'indicateur de puissance 22 informe le conducteur que seule la batterie est en mesure de fournir de la puissance. Si le mode privilégiant la faible consommation est choisi, l'indicateur informe le conducteur, dès que la voie b est chaude, que seule la batterie et l'une des voies du reformeur sont disponibles. Si le mode privilégiant la performance est choisi, l'indicateur informe le conducteur dès que les deux voies du

reformeur sont à la température de fonctionnement, que la totalité de la puissance du véhicule est disponible.

La figure 3 illustre un autre mode de réalisation, dans lequel les mêmes éléments portent les mêmes références et/ou seul le dispositif reformeur est dupliqué. On retrouve donc les deux voies a et b, qui comportent chacune un dispositif reformeur 29a et 29b. Les deux voies a et b se rejoignent cependant en une voie unique à la sortie des dispositifs reformeurs 29a et 29b. La voie unique comprend alors un seul dispositif d'enrichissement en hydrogène à haute température, référencé 30, un seul dispositif d'enrichissement en hydrogène à basse température, référencé 31, et un seul dispositif de purification 32. On retrouve les mêmes échangeurs 33, 34, 35 et 40 que dans le mode de réalisation illustré sur la figure 2.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 4, les voies a et b comprennent chacune un dispositif reformeur 29a, 29b, un dispositif d'enrichissement à haute température 30a, 30b, et un dispositif d'enrichissement à basse température 31a, 31b, les échangeurs de chaleur 33a, 33b, 34a, 34b permettant la mise en température optimale des différents composants. Les deux voies a et b se rejoignent en une voie unique à la sortie du dispositif d'enrichissement 31a, 31b. Le dispositif de purification 32 est donc commun aux deux voies a et b.

Dans la variante illustrée sur la figure 5, le dispositif d'enrichissement à basse température 31 est également commun aux deux voies a et b, qui comportent chacune un dispositif reformeur 29a, 29b, et un dispositif d'enrichissement à haute température 30, 30b.

On comprendra, bien entendu, que d'autres architectures pourraient être imaginées. On pourrait, en particulier, utiliser un nombre plus important de voies que les deux voies illustrées à titre

d'exemples dans la présente description, de façon à permettre d'augmenter la palette de choix du conducteur.

La présente invention permet au conducteur de choisir pour une conduite en ville, un fonctionnement du véhicule à consommation réduite en contrepartie d'une réduction temporaire des performances du véhicule. Le choix du mode de fonctionnement du véhicule reste sous le contrôle du conducteur, qui peut à tout moment basculer d'un mode économique à faible consommation à un mode favorisant la performance et correspondant à la totalité de la puissance installée à bord du véhicule.

## REVENDICATIONS

1-Système de reformage de carburant pour l'alimentation en hydrogène d'une pile à combustible, en particulier destiné à un véhicule automobile, du type comprenant un dispositif reformeur, un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur, et un dispositif de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins deux voies séparées (a, b) comportant chacune au moins un des dispositifs précités et un moyen de commande (19, 39) pour choisir 5 l'une des voies ou toutes les voies à la fois.

2-Système de reformage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacune des voies séparées comporte un dispositif reformeur, un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat 10 issu du reformeur, et un dispositif de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone.

3-Système de reformage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacune des voies séparées comporte un dispositif reformeur, les voies séparées se rejoignant en une voie unique 20 comportant un dispositif commun d'enrichissement en hydrogène du reformat issu des reformeurs des différentes voies, et un dispositif commun de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone.

4-Système de reformage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacune des voies séparées comporte un dispositif 25 reformeur, un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur, les voies séparées se rejoignant en une voie unique comportant un dispositif commun de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone.

5 5-Système de reformage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacune des voies séparées comporte un dispositif reformeur et une partie à haute température d'un dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur, les voies séparées se rejoignant en une voie unique comportant une partie commune à température moins élevée du dispositif d'enrichissement en hydrogène du reformat issu du reformeur et un dispositif commun de purification du reformat par réaction du monoxyde de carbone.

10 6-Système de reformage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que chacune des voies séparées est adaptée pour fournir un débit d'hydrogène différent correspondant à une puissance différente de la pile à combustible.

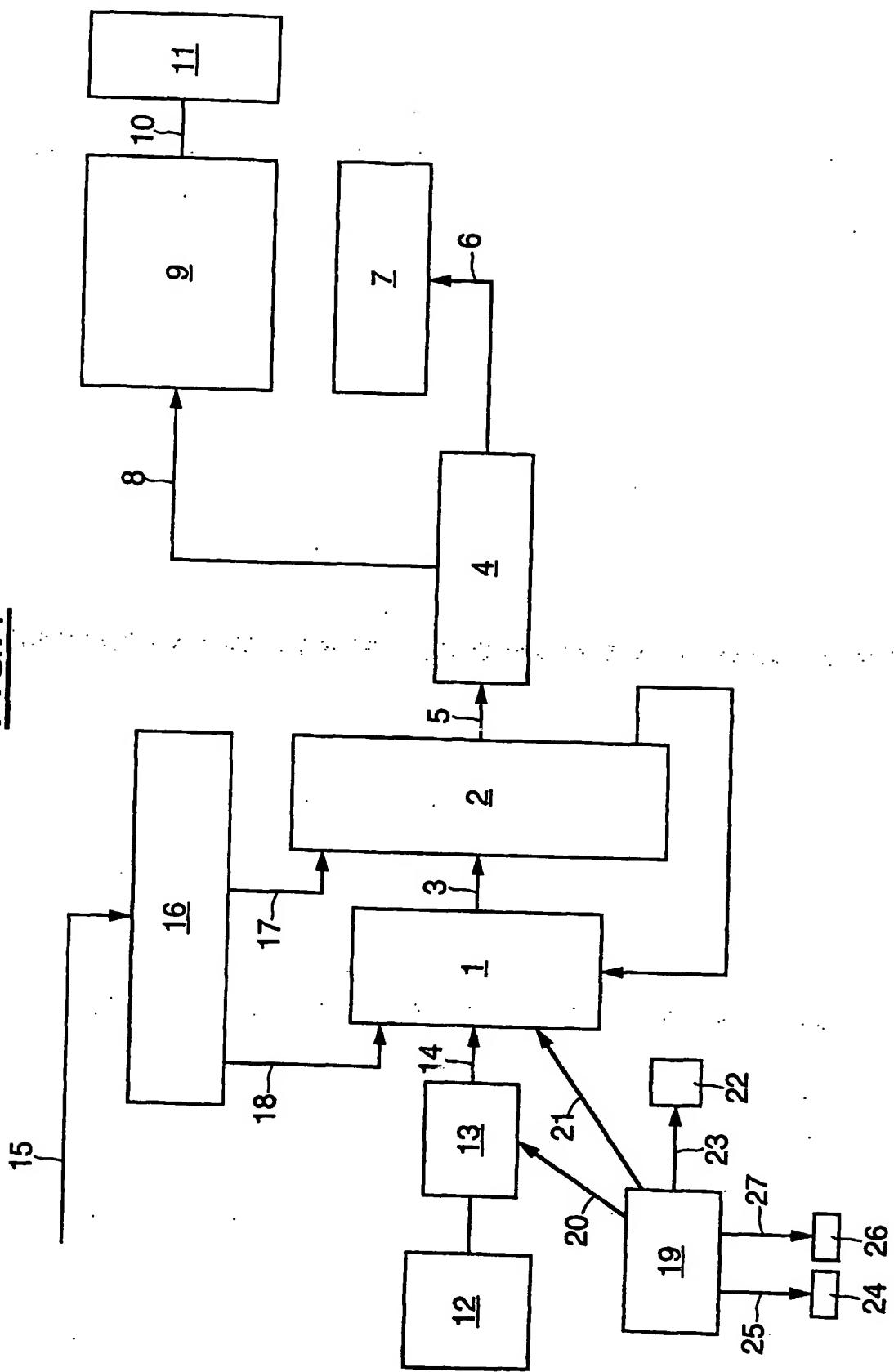
15 7-Système de reformage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le moyen de commande est également adapté pour commander le débit de carburant alimentant le système, en fonction de la ou des voies choisies.

20 8-Procédé de commande de la puissance électrique alimentant un organe de propulsion électrique d'un véhicule automobile équipé d'une batterie et d'une pile à combustible alimentée en hydrogène produit au moyen d'un reformage de carburant, caractérisé par le fait que l'on commande le débit d'hydrogène alimentant la pile à combustible, en fonction de la puissance désirée, en utilisant une ou plusieurs voies individuelles de reformage.

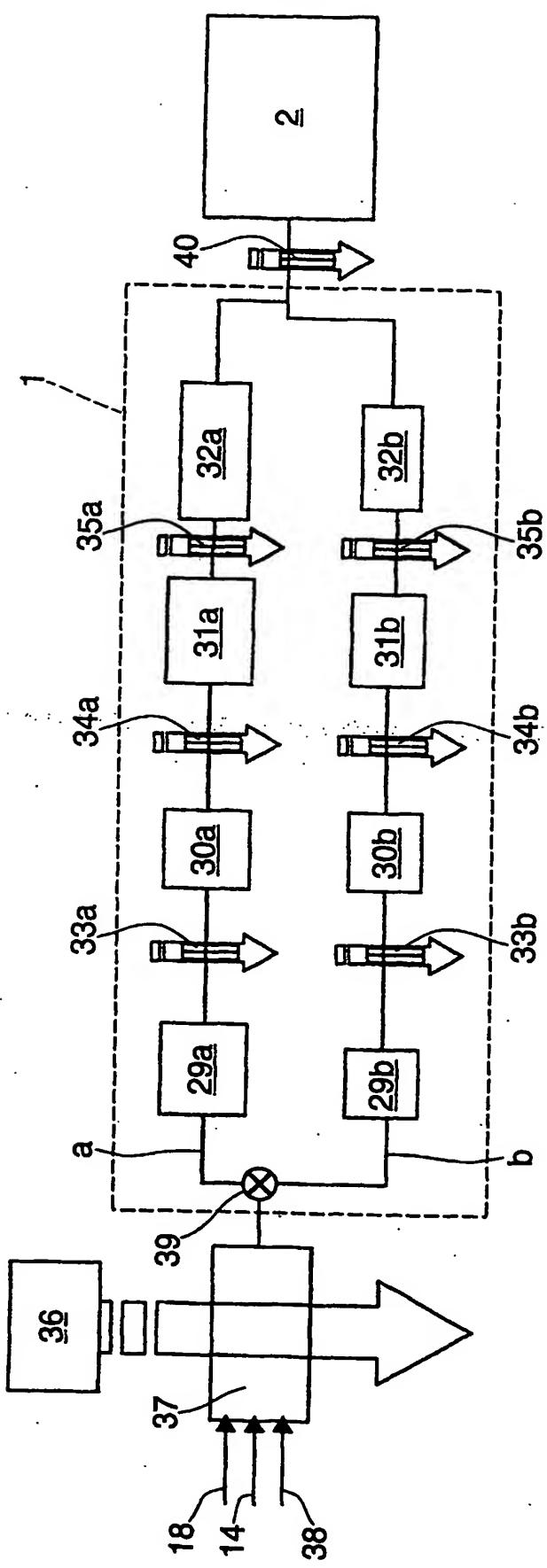
25 9-Procédé selon la revendication 8, caractérisé par le fait que l'on utilise une seule voie de reformage et que la puissance fournie par la batterie est ajoutée à la puissance fournie par la pile à combustible tant que la vitesse du véhicule reste inférieure à la vitesse qui pourrait être atteinte sans la batterie.

30 10-Procédé selon la revendication 8, caractérisé par le fait que l'on utilise simultanément toutes les voies de reformage et que la

puissance fournie par la batterie est ajoutée à la puissance fournie par la pile à combustible tant que la puissance totale est inférieure à la puissance maximale fournie par la pile à combustible.

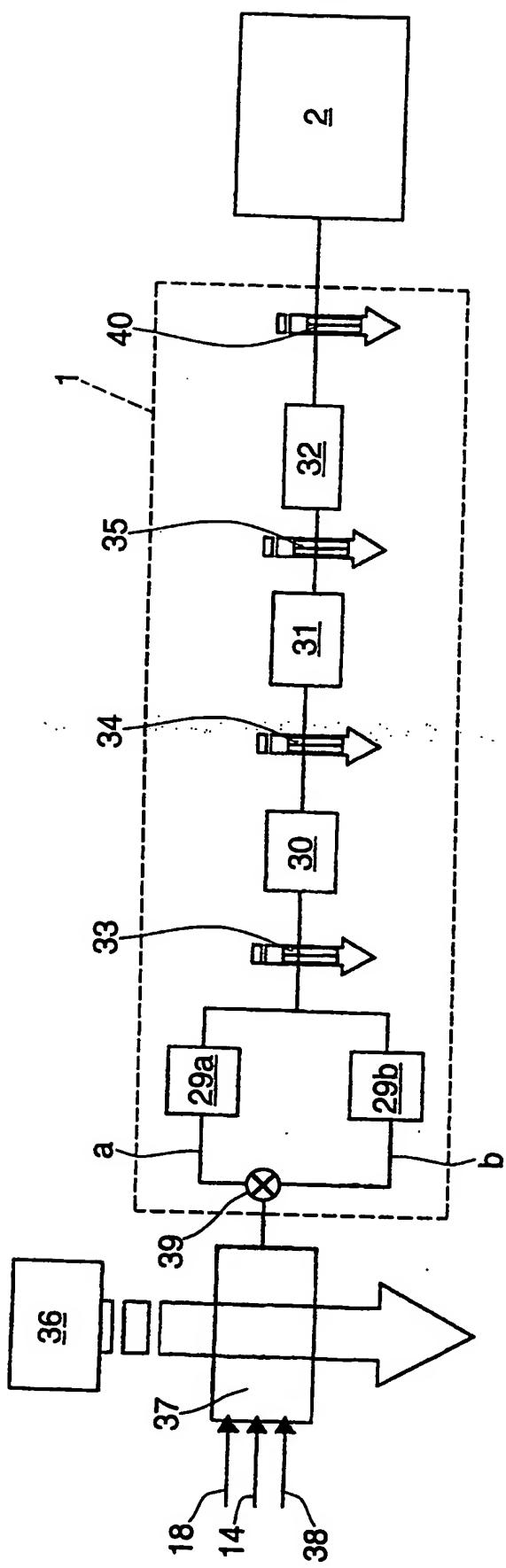
FIG.1

2/5

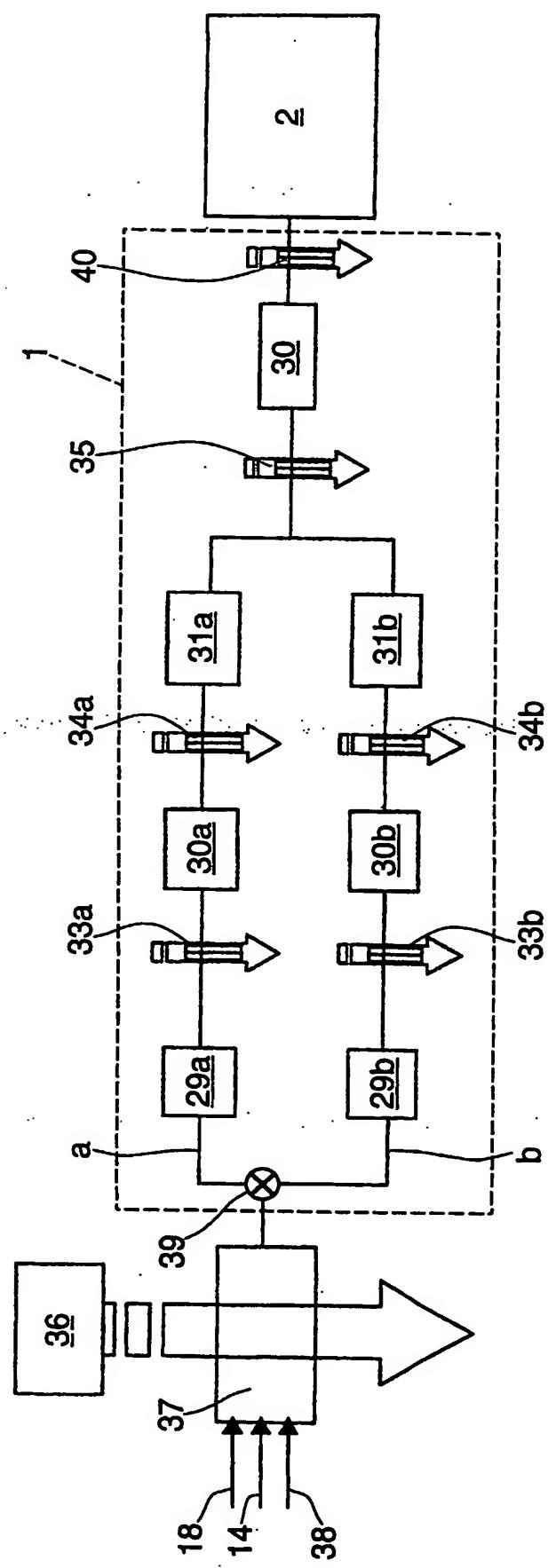
FIG.2

3/5

FIG.3

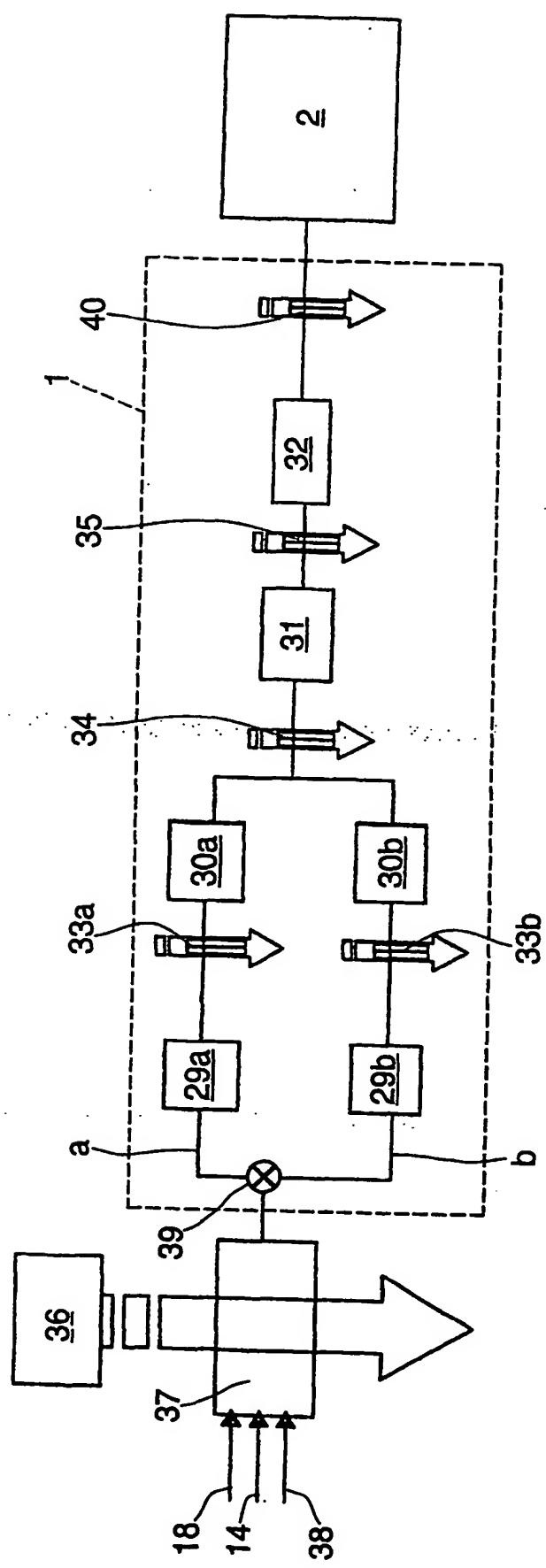


4/5

FIG.4

5/5

FIG.5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 03/03848

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H01M8/06 H01M8/04 H01M16/00 B60L11/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 H01M B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 495 277 B1 (EDLUND DAVID J ET AL) 17 December 2002 (2002-12-17) column 2, line 24 -column 3, line 15 column 4, line 55-63 column 9, line 22-37 column 12, line 40 -column 13, line 18 figures 5,6,8	1,2,7-10
A	column 2, line 24 -column 3, line 15 column 4, line 55-63 column 9, line 22-37 column 12, line 40 -column 13, line 18 figures 5,6,8	3-6
X	US 4 098 960 A (GAGNON RICHARD N) 4 July 1978 (1978-07-04) column 1, line 34-44 column 2, line 31-34 column 6, line 46 -column 7, line 15 figure 2	1,2,6-8
A	column 1, line 34-44 column 2, line 31-34 column 6, line 46 -column 7, line 15 figure 2	3-5
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

categories of cited documents :

- \*P\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which may be used to establish the publication date of another document or other special reason (as specified)
- \*D\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or publication
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May 2004

Date of mailing of the international search report

04/06/2004

Addressing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacquinot, P

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  **Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2.  Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3.  Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**see supplemental sheet**

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

ISR FR 03/03848

This International Searching Authority has found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-7, 8-10 (partially)

Reforming system including at least two separate processes that each include a reformer and a control means for selecting one or all of the processes (claims 1-7), and an electric power control method for a vehicle, including and using said reforming system having at least two processes (claims 8-10, partially).

2. claims: 8-10 (partially)

Method for controlling the electric power supply to the electric drive member of a motor vehicle fitted with a battery and a fuel cell supplied with hydrogen produced by fuel reforming, wherein the hydrogen flow rate is controlled in accordance with the desired power by means of a SINGLE individual reforming process (the fact that the reforming system includes AT LEAST TWO separate processes that each include a reformer is not specified).

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR 03/03848

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 158 591 A (XCELLSIS GMBH) 28 November 2001 (2001-11-28) paragraphs '0005!-'0009!, '0014!, '0018!, '0027! figures 1A,1B ---	1,2,6-8
A	WO 02/19789 A (EMITEC EMISSIONSTECHNIK ;BRUECK ROLF (DE); REIZIG MEIKE (DE); BERE) 14 March 2002 (2002-03-14) page 4, line 30 -page 7, line 8 figure 2 -----	3-5
A		1-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/FR 03/03848

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 6495277	B1 17-12-2002	AU	6378400 A	13-02-2001
		BR	0012768 A	02-04-2002
		CA	2377412 A1	01-02-2001
		EP	1230690 A1	14-08-2002
		JP	2003524864 T	19-08-2003
		TW	477088 B	21-02-2002
		WO	0108247 A1	01-02-2001
		US	2003113601 A1	19-06-2003
US 4098960	A 04-07-1978	CA	1076641 A1	29-04-1980
		DE	2756651 A1	29-06-1978
		FR	2375729 A1	21-07-1978
		GB	1544312 A	19-04-1979
		IL	53513 A	28-02-1982
		JP	1299359 C	31-01-1986
		JP	53081923 A	19-07-1978
		JP	59023066 B	30-05-1984
EP 1158591	A 28-11-2001	DE	10025667 A1	18-04-2002
		EP	1158591 A1	28-11-2001
		JP	2002008699 A	11-01-2002
		US	2002011028 A1	31-01-2002
WO 0219789	A 14-03-2002	DE	10044786 A1	04-04-2002
		AU	1049202 A	22-03-2002
		WO	0219789 A2	14-03-2002
		EP	1328992 A2	23-07-2003
		JP	2004508675 T	18-03-2004
		US	2003175563 A1	18-09-2003

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/03848

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H01M8/06 H01M8/04

H01M16/00

B60L11/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01M B60L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 495 277 B1 (EDLUND DAVID J ET AL) 17 décembre 2002 (2002-12-17)	1,2,7-10
A	colonne 2, ligne 24 -colonne 3, ligne 15 colonne 4, ligne 55-63 colonne 9, ligne 22-37 colonne 12, ligne 40 -colonne 13, ligne 18 figures 5,6,8 ---	3-6
X	US 4 098 960 A (GAGNON RICHARD N) 4 juillet 1978 (1978-07-04)	1,2,6-8
A	colonne 1, ligne 34-44 colonne 2, ligne 31-34 colonne 6, ligne 46 -colonne 7, ligne 15 figure 2 ---	3-5
		-/--

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 mai 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/06/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Jacquinot, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/03848

### Cadre I Observations – lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 1 de la première feuille)

Conformément à l'article 17.2a), certaines revendications n'ont pas fait l'objet d'une recherche pour les motifs suivants:

1.  Les revendications n°<sup>os</sup> se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir:
2.  Les revendications n°<sup>os</sup> se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier:
3.  Les revendications n°<sup>os</sup> sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

### Cadre II Observations – lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 2 de la première feuille)

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir:

voir feuille supplémentaire

1.  Comme toutes les taxes additionnelles ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
2.  Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêtaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, l'administration n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.
3.  Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir revendications n°<sup>os</sup>
4.  Aucune taxe additionnelle demandée n'a été payée dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est revendication n°<sup>os</sup>

~~Réserve~~

Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant

Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

**SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR PCT/ISA/ 210**

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs (groupes d') inventions dans la demande internationale, à savoir:

**1. revendications: 1-7, 8-10 (en partie)**

système de reformage comprenant au moins deux voies séparées chacune comprenant un reformeur et un moyen de commande pour choisir l'une des voies ou toutes les voies à la fois (revendications 1-7) et procédé de commande de la puissance électrique pour un véhicule comprenant et utilisant ledit système de reformage à au moins deux voies (revendications 8-10, en partie)

**2. revendications: 8-10 (en partie)**

procédé de commande de la puissance électrique alimentant un organe de propulsion électrique d'un véhicule automobile équipé d'une batterie et d'une pile à combustible alimentée en hydrogène produit au moyen d'un reformage de carburant, le débit d'hydrogène étant commandé en fonction de la puissance désirée en utilisant UNE (seule) voie individuelle de reformage  
(il n'est pas précisé que le système de reformage comprend AU MOINS DEUX voies séparées chacune comprenant un reformeur)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 03/03848

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 158 591 A (XCELLSIS GMBH) 28 novembre 2001 (2001-11-28)	1,2,6-8
A	alinéas '0005!-'0009!, '0014!, '0018!, '0027! figures 1A,1B ---	3-5
A	WO 02/19789 A (EMITEC EMISSIONSTECHNIK ;BRUECK ROLF (DE); REIZIG MEIKE (DE); BERE) 14 mars 2002 (2002-03-14) page 4, ligne 30 -page 7, ligne 8 figure 2 ----	1-8

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/FR 03/03848

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6495277	B1	17-12-2002	AU 6378400 A BR 0012768 A CA 2377412 A1 EP 1230690 A1 JP 2003524864 T TW 477088 B WO 0108247 A1 US 2003113601 A1	13-02-2001 02-04-2002 01-02-2001 14-08-2002 19-08-2003 21-02-2002 01-02-2001 19-06-2003
US 4098960	A	04-07-1978	CA 1076641 A1 DE 2756651 A1 FR 2375729 A1 GB 1544312 A IL 53513 A JP 1299359 C JP 53081923 A JP 59023066 B	29-04-1980 29-06-1978 21-07-1978 19-04-1979 28-02-1982 31-01-1986 19-07-1978 30-05-1984
EP 1158591	A	28-11-2001	DE 10025667 A1 EP 1158591 A1 JP 2002008699 A US 2002011028 A1	18-04-2002 28-11-2001 11-01-2002 31-01-2002
WO 0219789	A	14-03-2002	DE 10044786 A1 AU 1049202 A WO 0219789 A2 EP 1328992 A2 JP 2004508675 T US 2003175563 A1	04-04-2002 22-03-2002 14-03-2002 23-07-2003 18-03-2004 18-09-2003